

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. November 2001 (15.11.2001)

PCT

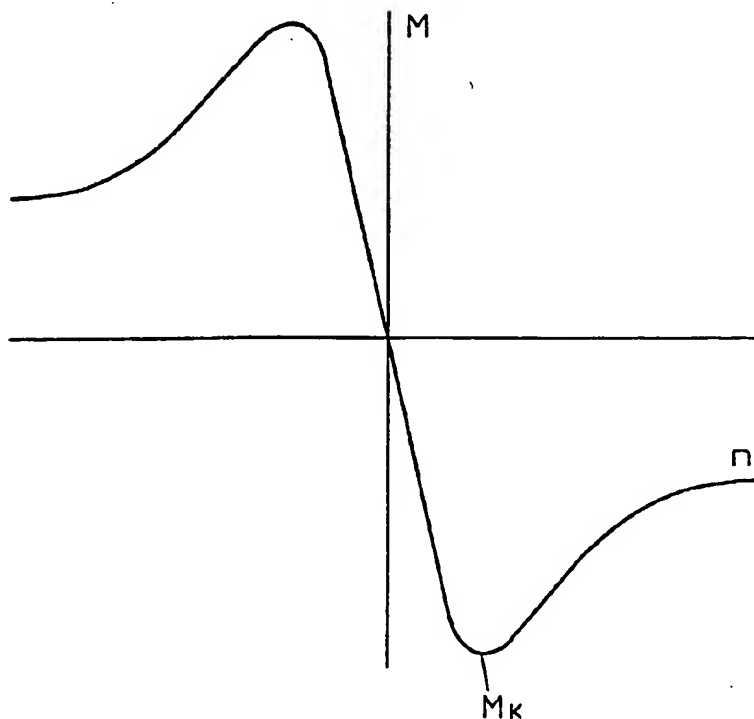
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/86141 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F03D 7/02, 11/00, H02P 3/24, 7/74 (71) Anmelder und
(72) Erfinder: WOBLEN, Aloys [DE/DE]; Argestrasse 19, 26607 Aurich (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/05239 (74) Anwalt: GÖKEN, Klaus, G.; Eisenführ, Speiser & Partner, Martinstrasse 24, 28195 Bremen (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 9. Mai 2001 (09.05.2001) (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 23 440.2 12. Mai 2000 (12.05.2000) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: AZIMUTH DRIVE FOR WIND ENERGY PLANTS

(54) Bezeichnung: AZIMUTANTRIEB FÜR WINDENERGIEANLAGEN



(57) Abstract: Wind energy plants, as a rule, have an active drive unit for following the wind direction. The above turns the machine house of the wind energy plant, such that the rotor blades of the rotor are arranged in the direction of the wind. Said drive unit required for following the wind direction is usually an azimuth drive unit, normally arranged, along with the corresponding azimuth bearings, between the tower head and the machine house. For small wind energy plants, normally one adjustment drive unit is sufficient, larger wind energy plants are usually equipped with several azimuth drive units. The aim of the invention is to improve the azimuth drive for wind energy plants, such that the above defined problems may be avoided, a simple azimuth drive unit construction is achieved, a uniform load distribution for each azimuth drive unit is guaranteed and undesired torque fluctuations for the individual units are avoided. Said aim is achieved whereby a wind energy plant with a machine house, which

has a rotor with at least one rotor blade and an adjuster unit for the adjustment of the machine house to give the desired orientation of the rotor in the direction of the wind. Said adjuster unit comprises a three-phase asynchronous motor as drive unit, which is supplied with a three-phase supply of variable frequency for an adjustment of the machine house.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/86141 A1



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Windenergieanlagen haben in der Regel für die Windrichtungsnachführung einen aktiven Antrieb. Dieser verdreht das Maschinenhaus der Windenergieanlage so, dass die Rotorblätter des Rotors in Richtung des Windes ausgerichtet werden. Dieser für die Windrichtungsnachführung benötigte Antrieb ist regelmässig ein Azimutantrieb, welcher sich mit den zugehörigen Azimutlagern gewöhnlich zwischen Turmkopf und dem Maschinenhaus befindet. Bei kleinen Windenergieanlagen genügt ein Verstellantrieb, grössere Windenergieanlagen sind in der Regel mit mehreren Azimutantrieben ausgestattet. Es ist Aufgabe der Erfindung, den Azimutantrieb für Windenergieanlagen zu verbessern, so dass die vorstehend genannten Probleme beseitigt werden, einen konstruktiv einfachen Azimutantrieb zu schaffen, eine gleichmässige Lastenverteilung für jeden Azimutantrieb zu gewährleisten und unerwünschte Drehmomentschwankungen der einzelnen Antriebe zu vermeiden. Windenergieanlage mit einem Maschinenhaus, der einen Rotor mit wenigstens einem Rotorblatt aufnimmt und einer Verstelleinrichtung zur Verstellung des Maschinenhauses zur gewünschten Ausrichtung des Rotors in Richtung des Windes, wobei die Verstelleinrichtung als Antrieb einen Drehstrom-Asynchronmotor aufweist, der für eine Verstellung des Maschinenhauses mit einem Drehstrom variabler Frequenz beaufschlagt wird.

Azimutantrieb für Windenergieanlagen

Windenergieanlagen haben in der Regel für die Windrichtungsnachführung einen aktiven Antrieb. Dieser verdreht das Maschinenhaus der Windenergieanlage so, dass die Rotorblätter des Rotors in Richtung des Windes ausgerichtet werden. Dieser für die Windrichtungsnachführung benötigte Antrieb ist regelmäßig ein Azimutantrieb, welcher sich mit den zugehörigen Azimutlagern gewöhnlich zwischen Turmkopf und dem Maschinenhaus befindet. Bei kleinen Windenergieanlagen genügt ein Verstellantrieb, größere Windenergieanlagen sind in der Regel mit mehreren Azimutantrieben ausgestattet.

Bei der Windrichtungsnachführung des Maschinenhauses liefert ein Betriebswind-Meßsystem einen Mittelwert für die Windrichtung über einen gewissen Zeitraum, z.B. 10 Sekunden. Dieser Mittelwert wird immer wieder mit der momentanen Azimutposition des Maschinenhauses verglichen. Sobald eine Abweichung einen bestimmten Wert überschreitet, wird das Maschinenhaus entsprechend nach

gestellt, so dass die Windrichtungsabweichung des Rotors, der Gierwinkel, möglichst gering ist, um Leistungsverluste zu vermeiden. Wie eine Windrichtungsnachführung bei bekannten Windenergieanlagen durchgeführt wird, ist in "Windkraftanlagen", Erich Hau, 2. Auflage, 1995, Seite 268 ff. bzw. 316 ff. beschrieben.

Bei bisher bekannten Windenergieanlagen übernimmt eine motorische Windrichtungsnachführung des Maschinenhauses, das Azimutverstellsystem, die Aufgabe, den Rotor und das Maschinenhaus automatisch nach der Windrichtung auszurichten. Funktionell gesehen ist die Windrichtungsnachführung eine selbständige Baugruppe. Vom konstruktiven Standpunkt aus betrachtet, bildet sie den Übergang des Maschinenhauses zum Turmkopf. Ihre Komponenten sind teils im Maschinenhaus, teils in den Turmkopf integriert. Das Gesamtsystem der Windrichtungsnachführung besteht aus den Komponenten Stellantrieb, Haltebremsen, Verriegelungseinrichtung, Azimutlager und Regelungssystem. Diese Komponenten arbeiten wie folgt:

Für den Stellantrieb gibt es ähnlich wie für den Rotorblattverstellantrieb die Alternative hydraulisch oder elektrisch. Beide Ausführungen sind bei Windenergieanlagen üblich. Kleine Anlagen verfügen meistens über unregelmäßige elektrische Antriebsmotoren. Bei großen Anlagen sind die hydraulischen Stellantriebe in der Überzahl.

Um zu vermeiden, dass das Giermoment um die Drehachse nach erfolgter Nachführung von Antriebsmotoren gehalten werden muß, ist eine Drehhemmung oder eine Gierbremse erforderlich. Anderenfalls wäre die Lebensdauer der Antriebsaggregate oder der vorgeschalteten Getriebe kaum zu gewährleisten. Kleine Anlagen begnügen sich meistens mit einer Drehhemmung im Azimutlager, für größere Anlagen sind mehrere lösbare Haltebremsen bekannt. Diese greifen auf einen Bremsring an der Innenseite des Turms oder umgekehrt an einem Ring am Maschinenhaus an. Während des Nachführvorgangs sind eine oder zwei Azimutbremsen im Eingriff, um die

erforderliche Dämpfung der Verstellodynamik zu gewährleisten. Der Stellantrieb muß dabei so ausgelegt werden, dass er gegen diese Reibungsdämpfung nachführen kann. Das Azimut- oder Turmkopflager wird regelmäßig als Wälzlager ausgeführt.

In Figur 7 ist eine Teilschnittansicht eines bekannten Windrichtungsnachführungssystems mit elektrischem Stellantrieb der Westinghaus WTG-0600 dargestellt.

Während des Betriebs einer Windenergieanlage mit turbulenten Winden treten - in Abhängigkeit vom Drehwinkel des Rotors - sehr hohe Kräfte und damit verbundene hohe und häufige Lastspitzen in den Azimutantrieben auf.

Wenn mehr als ein Azimutantrieb vorgesehen ist, kommt es zusätzlich zu einer sehr hohen Unsymmetrie in den einzelnen Antrieben. Diese Antriebe haben eine Übersetzung mittels eines Getriebes von ca. 15.000. Kleinste Abweichungen in der Verzahnung am Umfang des Trumlagers führen sofort zu sehr starken Unsymmetrien, wenn mehr als ein Antrieb, z.B. vier Azimutantriebe, am Umfang des Trumlagers mit integrierter Verzahnung angebracht ist. Wegen der hohen Getriebeübersetzung entsprechen diese kleinen Abweichungen auf der Eingangsseite des Antriebs bis zu 15 bis 20 Umdrehungen auf der Ausgangsseite.

Das bedeutet im Ergebnis, dass während und nach jedem Verdrehvorgang des Maschinenhauses die gesamte Last und das gesamte Drehmoment gleichzeitig auf einzelne Antriebe, wenn möglich, gleichmäßig verteilt werden muß. Zusätzlich sollen die Antriebe bei starken Azimutlasten während der Stillstandszeiten bei zu hohen Lasten nachgeben und eine leichte Drehung des Maschinenhauses ermöglichen, damit sich eine entsprechende Entlastung einstellen kann.

Ferner treten während der Windnachführung des Maschinenhauses der Windenergieanlage bei starken Turbulenzen auch entsprechend hohe Drehmomente auf. Diese regen die Azimutantriebe derart an, dass die Motoren gegeneinander schwingen. Die Getriebe mit ihrem sehr hohen Übersetzungsverhältnis reagieren dabei wie eine

Feder und große Drehmomentschwankungen der einzelnen Antriebe sind die Folge.

Es ist Aufgabe der Erfindung, den Azimutantrieb für Windenergieanlagen zu verbessern, so dass die vorstehend genannten Probleme beseitigt werden, eine konstruktiv einfachen Azimutantrieb zu schaffen, eine gleichmäßige Lastenverteilung für jeden Azimutantrieb zu gewährleisten und unerwünschte Drehmomentschwankungen der einzelnen Antriebe zu vermeiden.

Erfindungsgemäß wird eine Windenergieanlage nach Anspruch 1 vorgeschlagen. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Die erfindungsgemäße Windenergieanlage mit einem Maschinenhaus, das einen Rotor mit wenigstens einem Rotorblatt aufnimmt, zeichnet sich dadurch aus, dass die Verstelleinrichtung zur Verstellung des Maschinenhauses gemäß der jeweiligen Windrichtung als Azimutantrieb mindestens einen Drehstrom-Asynchronmotor aufweist, der während der Verstellung des Maschinenhauses mit Drehstrom und während der Stillstandszeit des Maschinenhauses zeitweise oder vollständig mit Gleichstrom beaufschlagt wird.

Nach dem Verstellvorgang mittels Drehstrom wird die Motoren abgeschaltet und erzeugt somit kein Drehmoment mehr. Um nunmehr auch für eine Bremswirkung des Antriebsmotors zu sorgen und während der Stillstandszeit beim Auftreten von Lastspitzen noch ein ausreichendes Bremsmoment zu erhalten, wird der Drehstrom-Asynchronmotor unmittelbar nach der Trennung vom Drehstromnetz mit einem Gleichstrom beaufschlagt. Dieser Gleichstrom erzeugt ein stehendes Magnetfeld in den Asynchronmotor, der damit sofort abgebremst wird. Die Gleichstromversorgung bleibt möglichst während der gesamten Stillstandszeit bestehen.

Zur Unterdrückung von unerwünschten Drehmomentschwankungen wird erfindungsgemäß eine Drehmomentkontrolle vorgesehen. Die Abbremsung des Drehstrom-Asynchronmotors kann linear mit Hilfe der Höhe des Gleichstroms

eingestellt werden. Damit ergibt sich eine einfache Drehmomentkontrolle für die Azimutantriebe von Windenergieanlagen während des eigentlichen Stillstandes.

Ferner werden, wenn die Verstelleinrichtung mehrere Drehstrom-Asynchronmotoren aufweist, die Drehstrom-Asynchronmotoren mit Hilfe eines Stromtransformators in Gegenkopplung gekoppelt, so dass der einzelne Antrieb stabilisiert ist und der bislang unerwünschte Federeffekt unterdrückt wird.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels in den Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- | | |
|--------|--|
| Fig. 1 | eine schematische Anordnung von vier Azimutantrieben einer Verstelleinrichtung am Maschinenhaus; |
| Fig. 2 | eine Drehmoment/Drehzahl-Kennlinie eines Drehstrom-Asynchronmotors; |
| Fig. 3 | die Kennlinie eines Drehstrom-Asynchronmotors im Gleichstrombetrieb; |
| Fig. 4 | eine alternative Darstellung zur Fig. 3; |
| Fig. 5 | ein Blockschaltbild einer Stromtransformatorkopplung von zwei Asynchron-Azimutantrieben; |
| Fig. 6 | Schaltbild für einen Azimutmotor; |
| Fig. 7 | Teilschnittansicht einer bekannten Windrichtungsnachführung mit elektrischem Stellantrieb; |
| Fig. 8 | Blockschaltbild einer mit einem Frequenzumrichter angesteuerten Asynchronmaschine. |

Windenergieanlagen haben in der Regel für die Windrichtungsnachführung einen aktiven Antrieb. Dieser verdreht den Maschinenkopf der Windenergieanlage so, dass die Rotorblätter des Rotors in Richtung des Windes optimal ausgerichtet werden. Der aktive Antrieb für die Windrichtungsnachführung ist ein Azimutantrieb 1 mit dem zugehörigen Azimutlager 2 und befindet sich in der Regel zwischen dem

Turmkopf und dem Maschinenhaus. Bei kleinen Windenergieanlagen genügt ein Azimutantrieb, größere Windenergieanlagen sind in der Regel mit mehreren Antrieben, zum Beispiel vier Antrieben, wie in Figur 1 dargestellt. Die vier Antriebe 1 sind gleichmäßig über dem Umfang des Turmkopfes 3 verteilt (auch eine ungleichmäßige Verteilung ist möglich).

Während des Betriebs einer Windenergieanlage mit turbulenten Winden treten - in Abhängigkeit vom Drehwinkel des Rotors - sehr hohe Kräfte und damit verbundene hohe und häufige Lastspitzen in den Azimutantrieben auf.

Wenn die Verstellrichtung zur Verstellung des Maschinenkopfes mehr als einen Azimutantrieb 1 aufweist, kommt es zusätzlich zu einer sehr hohen Unsymmetrie in den einzelnen Antrieben 1. Diese Antriebe haben ein Übersetzungsgetriebe 4 (Getriebe; nicht dargestellt) mit einer Übersetzung von ca. 15.000. Kleinste Abweichungen in der Verzahnung der Übersetzungsgetriebe am Umfang des Turmlagers führen sofort zu sehr starken Unsymmetrien, wenn mehr als ein Antrieb, am Umfang des Turmlagers mit integrierter Verzahnung angebracht ist. Wegen der hohen Getriebeübersetzung entsprechen diese kleinen Abweichungen auf der Eingangsseite des Antriebs bis zu 15 bis 20 Umdrehungen auf der Ausgangsseite.

Das bedeutet, dass während und nach jedem Verdrehvorgang des Turmkopfes die gesamte Last/Drehmoment gleichmäßig auf einzelne Antriebe verteilt werden muß. Zusätzlich sollen die Antriebe bei starken Azimutlasten während der Stillstandszeiten - des Turmkopfes - bei zu hohen Lasten nachgeben und eine leichte Drehung des Maschinenkopfes ermöglichen.

Jeder Azimutantrieb 1 weist einen eigenen Motor 5 auf und die Motoren sind untereinander verschaltet und werden gemeinsam gesteuert. Wenn während der Windnachführung des Maschinenkopfes der Windenergieanlage - verursacht durch starke Turbulenzen - starke Drehmomente auftreten, regen diese Drehmomente die Azimutantriebe an, dass die Motoren gegeneinander schwingen oder zu Schwingun-

gen neigen. Die Getriebe 4 mit ihrem sehr hohen Übersetzungsverhältnis reagieren dabei wie eine Feder, was große Drehmomentenschwankungen der einzelnen Antriebe zur Folge hat.

Zur gleichmäßigen Aufteilung der Lasten während der Zeit, in der das Maschinenhaus nicht verdreht wird, zu gewährleisten, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, als Antriebsmotoren zum Azimutantrieb einen Drehstrom-Asynchronmotor als Asynchron-Antriebsmaschine einzusetzen. Deren Drehmoment/Drehzahl-Kennlinie ist in Figur 2 dargestellt. M_A bedeutet Anfangsdrehmoment, M_K bedeutet Kippmoment.

Nach dem Verstellvorgang des Maschinenhauses werden die vier Drehstrom-Asynchron-Motoren (ASM) abgeschaltet und erzeugen somit kein Drehmoment mehr. Um die Motoren gleichmäßig abzubremesen und auch danach noch ein Bremsmoment zu erhalten, werden die Motoren umgehend nach der Trennung vom Drehstromnetz, möglichst sofort, mit einem Gleichstrom beauftragt (siehe Figur 6a).

Dieser Gleichstrom erzeugt ein stehendes Magnetfeld in den Motoren (Asynchronmaschine), die damit sofort abgebremst werden. Diese Gleichstromversorgung bleibt möglichst während der gesamten Stillstandzeit bestehen und kann in der Amplitude geregelt werden.

Nach dem Verstellvorgang werden die ASM-Antriebe mittels einer Regeleinrichtung - in Figur 6b - mit einem geregelten Gleichstrom versorgt. Langsame Drehbewegungen des Turmkopfes, die durch unsymmetrische Windböen verursacht werden, werden durch einen kleinen Gleichstrom (ca. 10% vom Nennstrom) nur gedämpft, aber zugelassen. Schnellere Drehbewegungen werden durch einen angepaßten höheren Gleichstrom, und damit höheren Bremsmoment, vermieden. Bei sehr schnellen Drehbewegungen wird der Gleichstrom bis auf den Nennstrom des Motors angehoben.

Die Drehmomenten/Drehzahl-Kennlinie eines Asynchronmotors im Gleichstrombetrieb ist in Figur 3 dargestellt. Der Antriebsmotor erzeugt mit der Gleichstrommagnetisierung im Stillstand kein Drehmoment. Aber mit steigender Drehzahl - bis etwa 6 % der Nenndrehzahl - steigt das erzeugte Drehmoment linear an und das symmetrisch in beide Drehrichtungen. Gemäß dieser Kennlinie wird die auftretende Last auch gleichmäßig auf alle Azimutantriebe verteilt und es stellt sich passiv immer ein Gleichgewicht ein.

Zur Drehmomentkontrolle der Azimutantriebe kann die Steilheit der Bremskurve linear mit der Höhe des Gleichstroms eingestellt werden. Dies ist in Figur 4 dargestellt. Damit ergibt sich eine einfache Drehmomentkontrolle für die Azimutantriebe von Windenergieanlagen während des eigentlichen Stillstandes.

Ferner ist es sinnvoll, die einzelnen Motoren der Azimutantriebe mit Hilfe eines Stromtransformators zu koppeln. Dies ist in Figur 5 gezeigt. ASM bedeutet hierbei Asynchronmaschine. Eine solche einfache dargestellte Gegenkoppelung stabilisiert die Antriebe.

Figur 7 zeigt eine Teilschnittansicht einer bekannten Windrichtungsnachführung mit elektrischem Stellantrieb, wie sie aus Erich Hau, "Windkraftanlagen" Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1996, Seiten 268-271 bekannt ist.

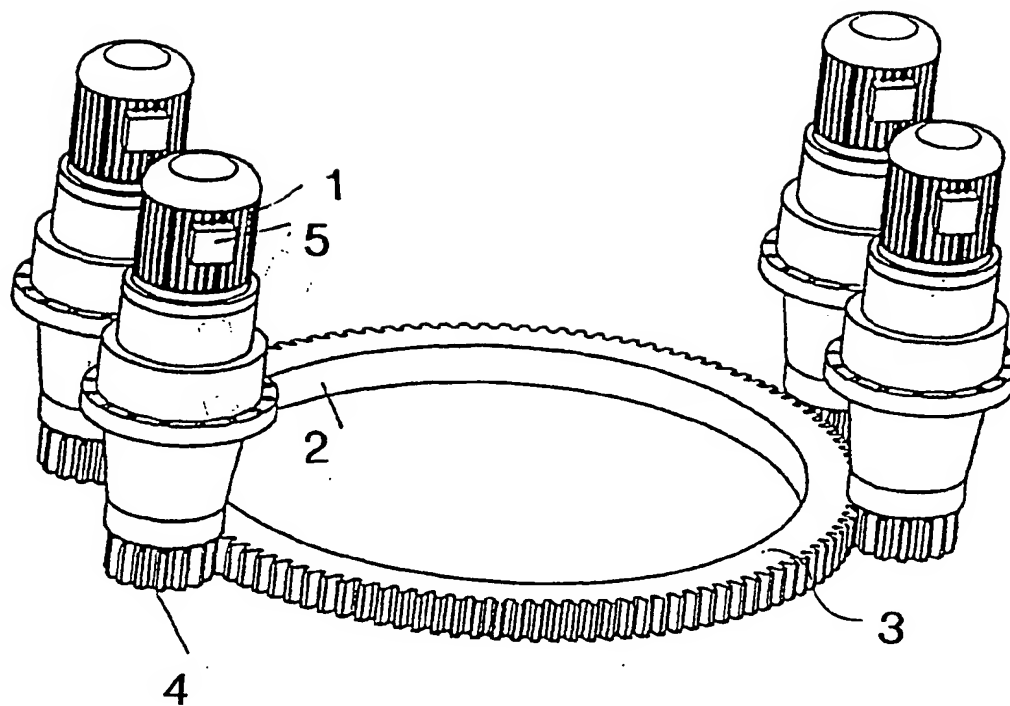
Fig. 8 zeigt ein Blockschaltbild wie eine mit einem Frequenzumrichter verbundene Asynchronmaschine, vorzugsweise Drehstrom-Asynchronmotor, mit elektrischem Strom versorgt wird.

Während des Verstellvorgangs des Drehstrom-Asynchronmotors, wenn also das Maschinenhaus der Windenergieanlage auf eine gewünschte Position eingestellt (verdreh) wird, wird der Asynchronmotor mit einem Drehstrom mit variabler Frequenz versorgt.

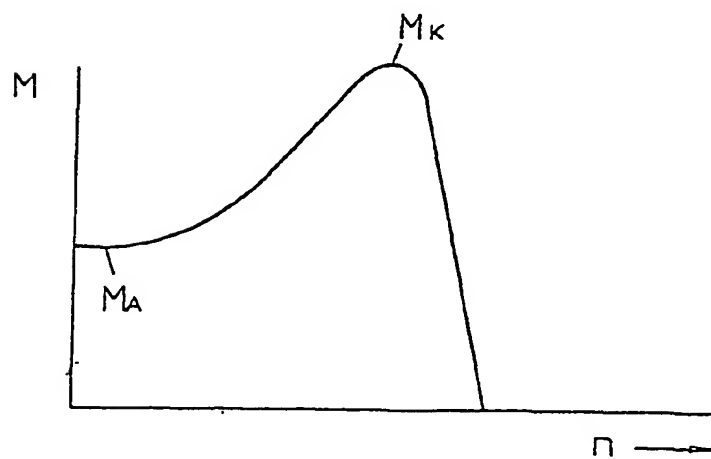
Während der Stillstandszeit der Asynchronmaschine wird die Asynchronmaschine mit einem Drehstrom mit der Frequenz von Null Hz, also Gleichstrom, versorgt.

Ansprüche

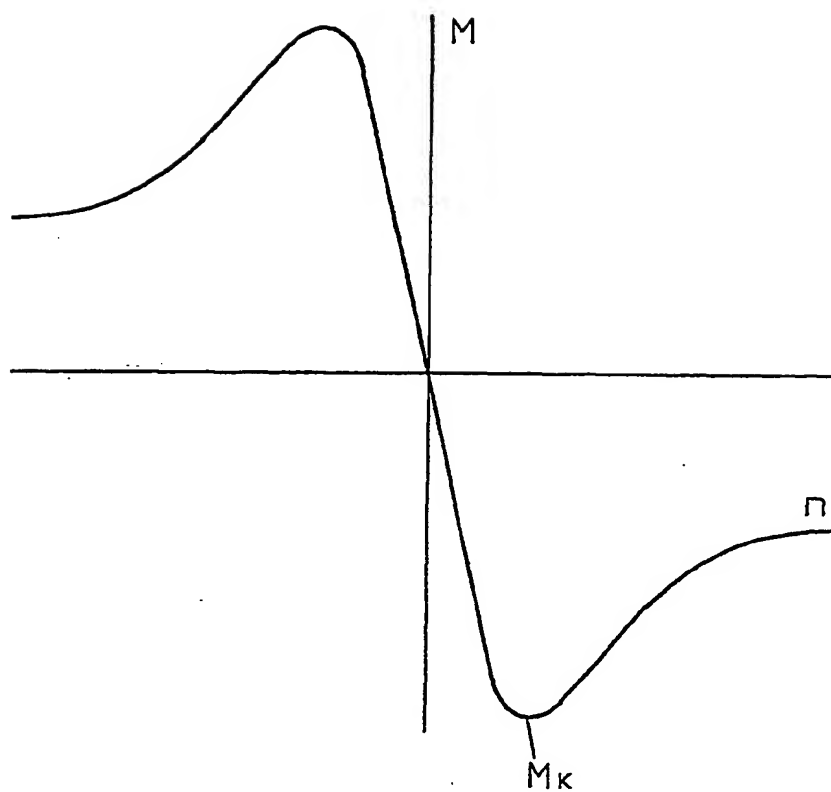
1. Windenergieanlage mit einem Maschinenhaus, der einen Rotor mit wenigstens einem Rotorblatt aufnimmt und einer Verstelleinrichtung zur Verstellung des Maschinenhauses zur gewünschten Ausrichtung des Rotors in Richtung des Windes, wobei die Verstelleinrichtung als Antrieb (1) einen Drehstrom-Asynchronmotor aufweist, der für eine Verstellung des Maschinenhauses mit einem Drehstrom variabler Frequenz beaufschlagt wird.
2. Windenergieanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehstrom-Asynchronmotor mittels eines Frequenzumrichters mit elektrischem Strom versorgt wird.
3. Windenergieanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass während der Stillstandszeit des Maschinenhauses der Drehstrom-Asynchronmotor mit einer Frequenz von Null Hz, also Gleichstrom versorgt wird.
4. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstelleinrichtung mehrere Drehstrom-Asynchronmotoren aufweist, welche miteinander gekoppelt sind.
5. Windenergieanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehstrom-Asynchronmotoren mittels eines Stromtransformators elektrisch miteinander gekoppelt sind.



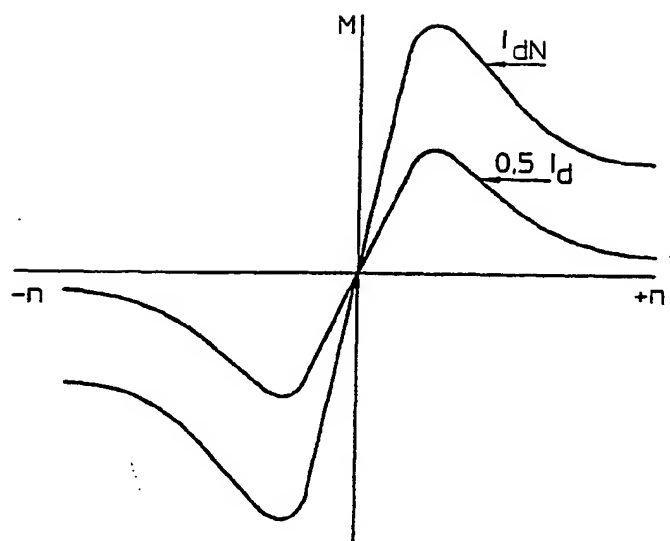
Figur 1



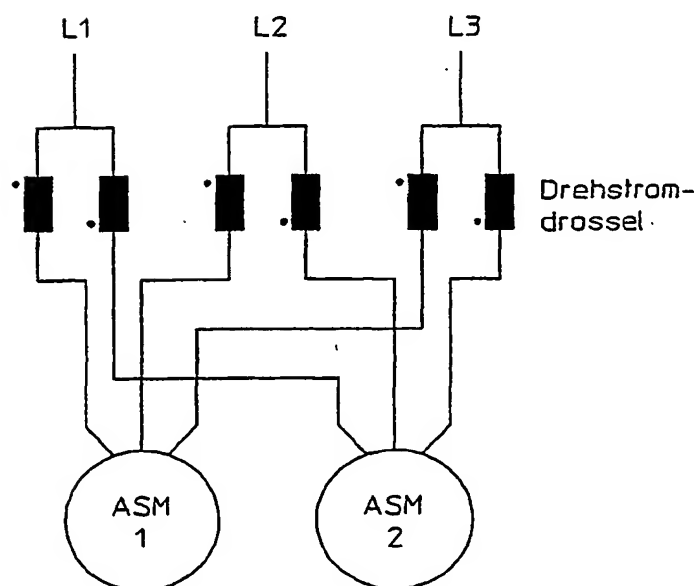
Figur 2



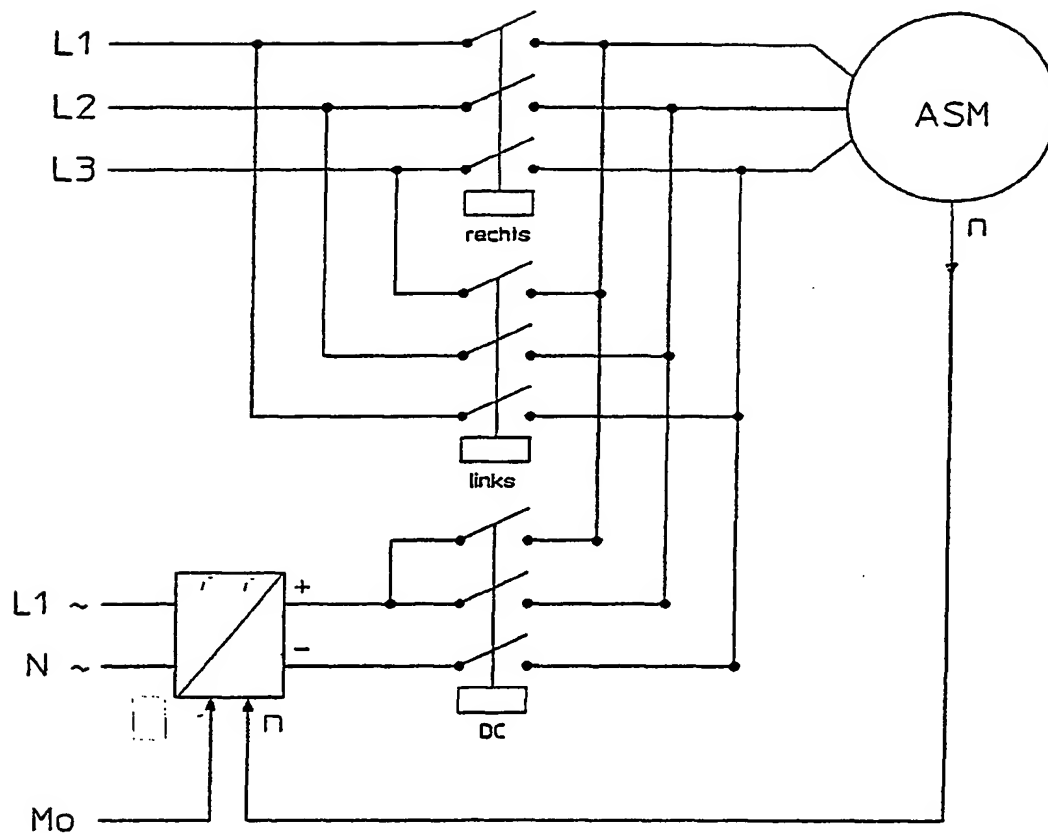
Figur 3



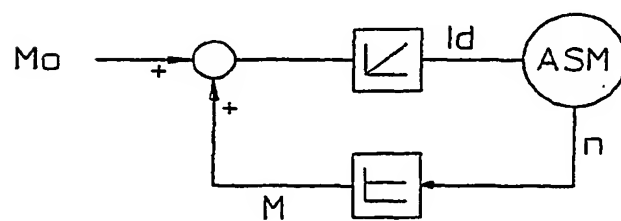
Figur 4



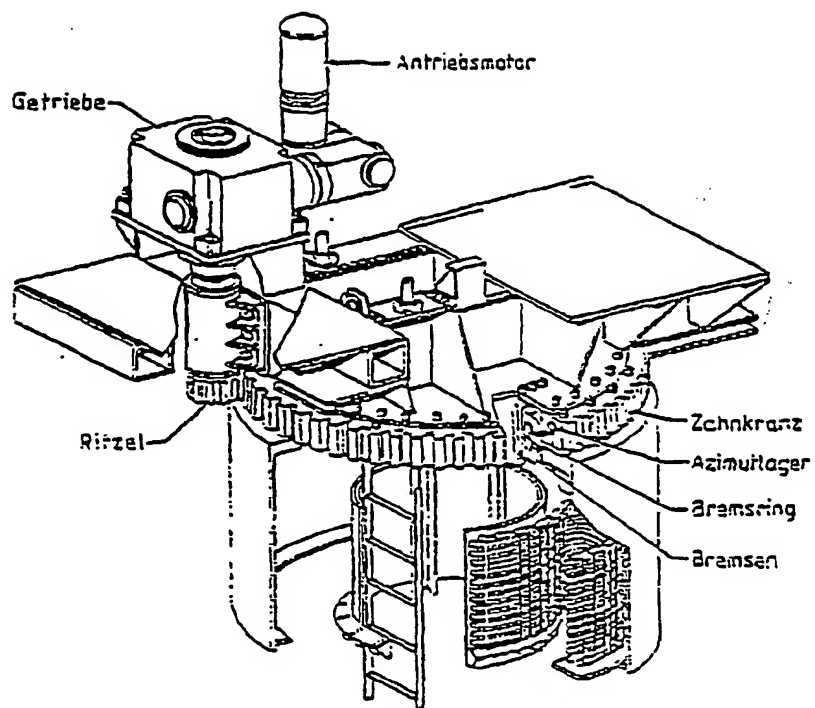
Figur 5



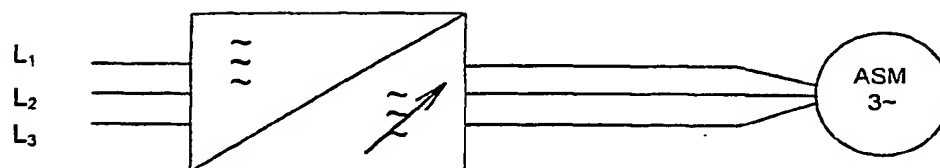
Figur 6a



Figur 6b



Figur 7



Figur 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 01/05239

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F03D7/02 F03D11/00 H02P3/24 H02P7/74

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F03D H02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 035 575 A (NIELSEN ERIK ET AL) 30 July 1991 (1991-07-30) abstract column 2, line 20 - line 29; figures column 3, line 3 - line 15	1-5
Y	DE 33 06 980 A (SIEMENS AG) 13 September 1984 (1984-09-13) abstract claims page 3, paragraphs 2,3 page 4, paragraph 3	1,2
Y	US 4 554 980 A (DONIWA TABITO) 26 November 1985 (1985-11-26) abstract column 9, line 55 - line 59	3
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

8 document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 August 2001

Date of mailing of the international search report

31/08/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cristó Jímenez, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No
PCT/EP 01/05239

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	FR 1 145 328 A (COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ) 24 October 1957 (1957-10-24) page 1, left-hand column, paragraph 1 page 2, left-hand column, paragraph 6 —right-hand column, paragraph 1 page 3, right-hand column, paragraph 4 page 1, left-hand column, line 12 - line 13 figure	4,5
A	US 4 966 525 A (NIELSEN ERIK) 30 October 1990 (1990-10-30) column 2, line 47 - line 52	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP 01/05239

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5035575 A	30-07-1991	US 4966525 A	30-10-1990
DE 3306980 A	13-09-1984	NONE	
US 4554980 A	26-11-1985	JP 59069271 A	19-04-1984
		DE 3330028 A	19-04-1984
FR 1145328 A	24-10-1957	NONE	
US 4966525 A	30-10-1990	US 5035575 A	30-07-1991

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/05239

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F03D7/02 F03D11/00 H02P3/24 H02P7/74

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F03D H02P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 035 575 A (NIELSEN ERIK ET AL) 30. Juli 1991 (1991-07-30) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 20 - Zeile 29; Abbildungen Spalte 3, Zeile 3 - Zeile 15	1-5
Y	DE 33 06 980 A (SIEMENS AG) 13. September 1984 (1984-09-13) Zusammenfassung Ansprüche Seite 3, Absätze 2,3 Seite 4, Absatz 3	1,2
Y	US 4 554 980 A (DONIWA TABITO) 26. November 1985 (1985-11-26) Zusammenfassung Spalte 9, Zeile 55 - Zeile 59	3
	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindeterischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindeterischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. August 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

31/08/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Criado Jimenez, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/05239

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
Y	FR 1 145 328 A (COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ) 24. Oktober 1957 (1957-10-24) Seite 1, linke Spalte, Absatz 1 Seite 2, linke Spalte, Absatz 6 - rechte Spalte, Absatz 1 Seite 3, rechte Spalte, Absatz 4 Seite 1, linke Spalte, Zeile 12 - Zeile 13 Abbildung -----	4, 5
A	US 4 966 525 A (NIELSEN ERIK) 30. Oktober 1990 (1990-10-30) Spalte 2, Zeile 47 - Zeile 52 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/05239

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5035575	A	30-07-1991	US 4966525 A	30-10-1990
DE 3306980	A	13-09-1984	KEINE	
US 4554980	A	26-11-1985	JP 59069271 A	19-04-1984
			DE 3330028 A	19-04-1984
FR 1145328	A	24-10-1957	KEINE	
US 4966525	A	30-10-1990	US 5035575 A	30-07-1991